T 87 1

T 87 !

Thermomètre absolu

1801

Com.^on Lef. C.^ou Monge en chaire le 24 J.^er an XI. J. F. Lacroix

1.

1

Mémoire

Sur le choix qu'on peut faire entre les différens fluides propres à mesurer la chaleur, et à être la matiere d'un Thermometre absolu.

(1) Le but qu'on doit se proposer dans la construction d'un instrument propre à mesurer la chaleur, est compris dans la signification du mot Thermometre, qu'on a employé pour le désigner. C'est un mot dérivé et composé de deux mots grecs, qui signifient proprement mesure de la chaleur. Or pour mesurer une quantité et en connoitre la somme, il en faut connoitre le commencement et la fin. On a donné improprement le nom de froid à une chaleur moindre qu'une autre par comparaison, et cette dénomination présente une idée fausse. On a cependant faite une très-belle découverte en inventant un instrument qui, indépendamment de nos sensations qui nous trompent souvent, nous fait connoitre avec certitude que tel corps, tel fluide, tel lieu est plus ou moins chaud qu'un autre. Faute de pouvoir comparer les différens degrés de chaleur, on a été longtems exposé à de grands inconvéniens, ou du moins privé de beaucoup d'avantages. La santé dépend souvent de cette connoissance; la Physique a fait peu de progrès avant l'invention du thermometre, et a tiré de sa découverte beaucoups de lumieres. Mais l'imperfection de cet instrument a rendu inutiles un grand nombre d'expériences, et a été cause que les Physiciens se sont peu entendu les uns les autres, quand ils ont parlé de la chaleur.

(2) On trouve dans la nature quatre températures différentes qui, quand elles sont bien observées, sont sensiblement constantes par toute la terre, et sont des termes de comparaison assez sûrs. 1.° Celle de la glace fondante et mêlangée d'eau. 2.° Celle des souterreins profonds dans l'intérieur de la terre. 3.° Celle de la chaleur du sang. 4.° Celle de l'eau pure, chargée du même poids de l'Atmosphère, joint au poids d'une hauteur d'eau médiocre dans le vase qui la contient, et chauffée artificiellement, jusqu'à ce qu'elle bouille à gros bouillons. Ces quatre températures vont toujours en croissant, et sont les termes, très-voisins encore de l'origine, d'une progression de chaleur, dont nous ne connoissons pas les bornes en hauteur; c'est comme une courbe dont nous connoissons quelques points, mais dont nous ignorons encore l'origine et l'étendue. N'est-il pas naturel de penser que la chaleur, dont nous appercevons les accroissemens, a une origine, au delà de laquelle elle est nulle, et où est placé le vrai froid, ou plûtôt la privation de chaleur. Il en est sans doute de la chaleur comme de la lumiere. Les ténèbres ne sont pas le contraire de la lumiere, mais le néant ou la privation de la lumiere. ainsi le froid est le néant ou la privation de la chaleur.

Les thermometres inventés jusqu'à-présent ne nous font connoitre que des augmentations ou des diminutions de chaleur très-bornées; nous ne pouvons les employer à mesurer ni les petites chaleurs, ni les grandes; leurs degrés égaux ne nous montrent pas des accroissemens égaux de temperatures: il faut se méfier de leurs rapports. On ne peut comparer un terme de la chaleur à un autre qu'en consultant le même instrument; parce que la différence des fluides ou des liqueurs qui en sont la matiere, la différence des procedés ou la négligence de ceux qui les construisent, fait qu'ils sont rarement comparables, qu'ils n'ont pas la même marche, et que, s'ils s'accordent en un point, ils different en beaucoup d'autres.

(3) Les principales matieres qu'on a employées pour faire des thermométres, sont: 1.°. L'huile de lin. Newton s'en servit en 1701. 2.°. L'esprit de vin. Amontons l'adopta en 1703, après avoir employé l'air, l'année précedente. De Réaumur perfectionna ce thermométre en 1730, et Micheli Ducrest en 1740. 3.°. Le mercure. Fahrenheit en fit son thermométre en 1724, et de Lisle en 1733: et enfin De Luc s'en est servi dans ses profondes et infatigables recherches sur les modifications de l'atmosphère. On doit à ce dernier d'avoir prouvé que, de tous les liquides, le mercure est celui dont la marche est plus proportionnelle à celle de la chaleur. C'est-à-dire que ses dilatations égales représentent des augmentations de chaleur plus sensiblement égales que tous les autres fluides incompressibles. Néanmoins quoiqu'il soit partisan zélé du mercure, et qu'il l'ait même préferé à l'air, il convient que les degrés égaux du thermométre de mercure devroient être un peu décroissans à mesure que la somme de la chaleur diminue, ou que <u>les condensations du mercure suivent une marche décroissante, comparativement à des diminutions de chaleur égales entr'elles</u>. (2. part. ch. 2. Tom. 2. p. 166.) Il faut voir dans l'ouvrage même de cet auteur toutes les adresses ingénieuses, les procédés scrupuleux, et la patience avec laquelle il a cherché à donner au Thermométre de mercure, ainsi qu'au Barométre, toute la perfection dont ces deux instrumens sont susceptibles. Depuis lui il n'est plus douteux que le mercure doit être preferé aux autres fluides incompressibles; et c'est déja avoir beaucoups fait pour le progrès de la Physique.

(4) L'abbé Nollet, dans son cours de Physique expérimentale (t. 4. p. 379) dit que depuis le point de la glace jusqu'à la chaleur de l'eau bouillante, l'esprit de vin augmente son volume de $\frac{87}{1000}$; l'huile de lin de $\frac{72}{1000}$; l'eau commune de $\frac{37}{1000}$; et le mercure de $\frac{14}{1000}$. ainsi, en supposant égaux les volumes de ces fluides, leurs dilatations pour un degré de chaleur seroient entr'elles :: 87 : 72 : 37 : 14: L'huile de lin met 3 minutes de tems à acquérir une température nouvelle; l'esprit de vin y employe 1'. 22": l'eau commune 1', et le mercure $\frac{1}{4}$ de minute. C'est un nouveau motif de préferer le mercure aux autres liquides.

M.r Christin a trouvé par des observations plus exactes que l'augmentation du volume du mercure, à partir du point de la glace jusqu'à celui de l'eau bouillante est de $\frac{1}{66}$ eme; et le R. P. Jean-Baptiste de S.t Martin poussant l'exactitude encore plus loin, l'a trouvée de $\frac{137}{10000}$ qui font presque $\frac{1}{63}$ e. Et comme on est assez généralement convenu de par

:tager cette différence de température en 80 degrés, on trouve qu'un degré répond à $\frac{1}{5040}$ partie du volume du mercure. 2

Si l'on compare cette dilatation du mercure de $\frac{1}{63}$ à celle de $\frac{1}{3}$ dont l'air est susceptible en passant de la température de la glace à celle de l'eau bouillante, on voit que l'air est 21 fois plus dilatable que le mercure. De sorte que si, par une privation totale de la chaleur, l'air perdoit sensiblement tout son volume, le mercure n'en perdroit que la 21^{e}. partie, ou le 21^{e}. de 5040 parties, c'est-à-dire 240 Degrés; Tellement que la température de l'eau bouillante au thermomètre de mercure, devroit être cotée 240 deg; celle du point de la glace 160 $^{deg.}$, et le froid absolu 0. Le volume propre du mercure sans chaleur seroit donc 20, et à l'eau bouillante il seroit 21. Quel seroit son volume au point de sa congélation ? c'est à l'expé:rience seule à nous l'apprendre.

(5) L'hyver de 1772 à 1773 fut remarquable en Sibérie par le froid excessif qu'on y ressentit, et qui surpassa tous ceux dont on avoit souvenir. Le 20 Décembre sa rigueur fut extrême à Irnutsk. A quatre heures du matin le mercure fut congelé dans le thermometre, ain:si que dans le Barometre. Dans le tube du dernier il étoit tout grumelé sur un espace de cinq lignes, et il marquoit 28$^{po.}$ 7$^{li.}$, (mesure angloise.). A onze heures du matin il avoit repris sa fluidité. à une heure après midi il étoit à 29$^{po.}$ 7$^{li.}$; et à neuf heures du soir à 29$^{po.}$

Le même jour à quatre heures du matin le mercure du Thermomètre (division de Réaumur) étoit congelé, et marquoit 34$^{d.}$ au dessous du point de la glace; mais la colon:ne de mercure étoit interrompue, depuis le 40$^{d.}$ jusqu'au 42$^{d.}$: vers le soir après avoir été dé:gelé, il remonta jusqu'au 24$^{e.}$ degré, et le froid se relacha.

Au Thermomètre de De Lisle, divisé comme on le fait en Russie, c'est-à-dire le point de l'eau bouillante étant coté 0 degrés, et celui de la glace 150, le mercure congelé à quatre heu:res du matin marquoit 213 degrés. La colonne étoit aussi interrompue entre le 226 et le 229$^{e.}$ degrés, et le soir, le mercure ayant repris sa fluidité monta au 194$^{e.}$ degré.

On voit par là que, s'il n'y avoit point eu d'interruption dans les colonnes de mercure des deux Thermomètres, le premier auroit marqué 36$^{d.}$, et celui de De Lisle 216 pour le point de la congélation; ce qui quadre assez bien avec les différentes échelles de ces deux Ther=:momètres.

Suivant d'autres observations faites à Krasnojarks par le Professeur Pallas, une cer:taine quantité de mercure, exposée en plein air, se gela en une heure de tems; elle devint malléable et semblable à l'étain. Le Professeur la réduisit en lames qui, pendant l'opé:ration, ne perdirent que quelques globules par l'action du marteau. On n'a point obser:vé la température de cette dernière congélation; mais il paroit assez reconnu parmi les Physiciens que le mercure perd sa fluidité entre le 36 et le 41$^{e.}$ degré du Thermomètre de mercure qui se divise en 80 degrés entre les températures de la glace et de l'eau bouillante.

Cela étant, le mercure se gele à environ 120 degrés au dessous de la température de l'eau bouillante, et si, de cette température au point de zéro chaleur, on ne doit compter que 240 degrés environ, comme je l'ai insinué ci-dessus (4). Il reste encore au mercure

120 degrés de chaleur, lorsqu'il passe de la fluidité à l'état de congélation.

(6) Le résultat s'éloigne beaucoup de ce que rapporte mr. Braun, de l'Academie de Pétersbourg. Le savant a écrit qu'au mois de Décembre 1759, profitant du grand froid naturel de ce climat, et en augmentant l'intensité par un mêlange de neige et d'eau forte, dans lequel il plongeoit un thermométre au mercure de De Lisle, il parvint à geler le mercure au point qu'il avoit la consistance du plomb. Il falloit pour cela que le froid naturel fut d'environ dix-neuf degrés au-dessous du point de la glace au thermométre qui est divisé en 80 parties entre la glace et l'eau bouillante, et faire passer successivement le thermométre de De Lisle dans plusieurs verres pleins de neige et d'eau forte: ensorte qu'avant que le mercure eut repris la chaleur qu'il avoit perdue dans le premier mêlange, on le plongeoit dans un second, et ainsi de suite.

Suivant le rapport de Mr Braun il paroitroit que le mercure ne s'est gelé que vers le 260e. degré du thermométre au dessous du point de la glace (division de Réaumur), et même plus bas. Mais comme le plus souvent il trouvoit les boules de ses thermométres fendues, et quelquefois entierement cassées, il est probable que le grand abaissement du mercure, qu'il a observé avant qu'il se gelât en entier, provenoit de la rupture des boules, occasionnée par un changement de température trop subit, ce qui paroit indiquer cette cause est qu'il a observé que le plus grand abaissement arrivoit par une chûte subite, qui se faisoit, dit-il, depuis un point très-indéterminé, depuis 350, 400, et 500 deg. de De Lisle.

On peut présumer qu'en effet les boules de ses thermométres commençoient à se fendre, dès que le mercure qui touchoit leur paroi intérieure commençoit à se durcir, et que cela arrivoit vers le 227 degré de De Lisle qui répond au 41e. au dessous de 0, de la division de Réaumur. Et comme l'intérieur de la boule contenoit encore du mercure non gelé, ce fluide s'abaissoit dans le tube, par l'effet de l'effraction de la boule, et il ne pouvoit plus indiquer une condensation réguliere.

Ce qu'on peut conclure de ces observations est que le mercure n'est guéres plus propre que les autres liquides à déterminer de grands degrés de froid, à cause de sa congélation, et qu'il ne convient pas non plus à déterminer de grands degrés de chaleur, parce qu'il entre alors en ébullition.

(7) Mais, puisque j'ai prouvé ailleurs 1°. que la dilatation et la condensation de l'air, par l'addition et la soustraction du calorique, est très propre à déterminer le rapport de la quantité, et de la somme de la chaleur; 2°. Que la condensation de l'air par différentes pressions, est aussi très-propre à déterminer les augmentations et les diminutions égales de la chaleur, et la quantité du calorique même; 3°. Que l'effet combiné de la dilatation de l'air par la chaleur, et de sa condensation par la pression, mene directement au but de déterminer le rapport des différentes quantités absolues de calorique: il suit que, dans la vûe de faire un thermométre absolu et universel, il faut abandonner les fluides incompressibles, dont la marche ne peut pas être réguliere, ni proportionnelle à des augmentations égales de chaleur, à raison de l'affinité de leurs parties. Le trop grand rapport de leur volume propre

et absolu à celui que le Calorique y occupe, les rend aussi très peu propres à déterminer la somme de la chaleur, qui, dans tous les cas, doit être égale au produit d'un volume par celui d'une densité déterminée.

Il faut donc enfin en revenir à l'idée qu'avoit eue Mr. Amontons en 1702, de faire de l'air la matiere du thermométre absolu; idée qu'il n'abandonna sitôt, que parce qu'il ne vit pas le moyen de remédier aux défauts de la construction qu'il avoit adoptée. Si l'on peut parvenir à représenter la somme de la chaleur par une température déterminée, et la distance de cette température à zéro chaleur, il n'y aura plus de chaleur qui puisse échapper aux recherches du Physicien; parce que la chaleur peut se mesurer alternativement par différentes presions à volume égal d'air, ou par différens volumes d'air sous des presions égales.

(8) Ce n'est pas qu'il ne soit très-utile et même plus commode, d'employer le mercure à faire des thermométres portatifs et usuels, pour des températures moyennes, telles que nous les éprouvons ordinairement. On peut même y employer l'esprit de vin, qui montre des degrés de dilatation plus sensibles; pourvu que les divisions des thermométres ordinaires soient reglées, degré par degré, sur celles du thermométre absolu, qui en seroit l'étalon, selon l'idée que s'en étoit faite Mr. Amontons.

(9) Le Thermométre d'air mérite donc toute l'attention du Physicien; parce que, comme le dit fort bien Mr. de Luc (quoiqu'il n'en soit pas partisan) sa matiere est douée de deux qualités qui sembleroient devoir lui asurer la préference sur toute autre; c'est que l'air ne s'endurcit, ni ne s'évapore. Celui de Mr. Amontons, ajoute-t-il, consistoit en un long tube de verre, ouvert par un bout (celui d'en haut) et recourbé par l'autre bout, qui se terminoit en une boule. Une certaine quantité d'air étoit comprimée dans cette boule par le poids d'une colonne de mercure, et par celui de l'atmosphere: l'effet de la chaleur sur cet air enfermé étoit de lui faire soutenir plus ou moins de poids; et cet effet étoit mesuré par la variation de la colonne de mercure dans son tube, corrigée par celle du Barométre, pour l'influence des changemens du poids de l'air extérieur, (voy. Tom. 2. pag. 138). L'auteur dont j'emprunte ces paroles fait ensuite un examen critique des différens défauts de cet instrument, et il conclut très judicieusement que, dans l'état où Mr. Amontons l'abandonna, il ne marquoit que fort imparfaitement la force du ressort de l'air, et qu'il auroit été indispensable de faire cinq corrections essentielles à ses indications. On en pourra juger par les six conditions que je vais exposer, et qui sont requises pour que l'air puisse marquer, non-seulement des augmentations égales de chaleur, mais la somme même de la chaleur. Elles sont opposées aux défauts du thermométre de Mr. Amontons.

1°. Il faut que l'air qu'on veut enfermer dans la boule (que je nommerai aussi poire, à cause de sa figure) soit de l'air atmospherique, purgé de toute vapeur aqueuse et humide, et qu'il ait de plus une densité déterminée et connue dans tous les lieux de la terre.

2°. Il faut que cet air, enfermé dans la poire, y conserve à chaque observation un volume constant et invariable, en sorte que son degré d'élasticité soit uniquement proportionnel au poids dont il sera chargé, et auquel il fera équilibre.

3°. Comme c'est une colonne de mercure qui fera équilibre à l'élasticité de l'air enfermé dans la boule; il faut que cette colonne ne soit chargée en dessus par aucune pression étrangere, comme celle de l'atmosphère; et il est nécessaire que le haut du tube soit vidé d'air, et scellé par conséquent, comme cela a lieu dans les Barométres.

4°. Il faut aussi éviter la correction qui est due à l'allongement de la colonne de mercure par l'effet de la chaleur, ensorte que la dilatabilité de ce fluide n'influe pas sur le résultat des observations.

5°. En supposant qu'on n'ait pas à sa disposition du mercure parfaitement pur, et de même densité, il faut que le degré de pureté de ce fluide soit compensé.

6°. Il faut enfin trouver une construction uniforme, qui rende comparables tous les thermométres semblables, et qui procure le moyen de varier à volonté la hauteur de la colonne de mercure, sans en retirer du tube, ni en ajouter.

Telles sont les conditions auxquelles je crois avoir suffisamment satisfait dans la construction du Thermométre dont voici la description.

Description du Thermométre absolu.

(10) Pour remplir les conditions précédentes, on se propose d'enfermer dans une boule et un tube à peu-près semblable à celui d'un Baromètre, une portion d'air, dont on pourra rendre le volume constant; et de mettre, quand on voudra, l'élasticité de ce fluide en équilibre avec une colonne de mercure, dont la hauteur verticale variera à volonté, en donnant au tube l'inclinaison convenable dans chaque cas.

Le nouvel instrument est donc composé 1°. D'un tube recourbé par le bas, et terminé par une poire. 2°. D'une regle sur laquelle est fixé le tube. 3°. D'un quart de cercle gradué, au centre duquel est fixé un arbre, sur lequel tourne la regle, garnie de son tube. Je vais, pour plus de clarté, décrire séparément chacune de ces trois parties.

1°. *Le Tube.* On prendra un tube de verre doux et bien recuit, de 38 à 40 pouces de longueur, et d'une ligne et demi au plus de diametre intérieur. Il faudra qu'il soit scellé par un bout. Il n'est pas nécessaire qu'il soit très-bien calibré sur sa longueur; cependant il vaudroit mieux qu'il le fût. On choisira un tems où le Barometre marquera exactement 28 pouces de hauteur, mesure de Paris, ou, 0,7626 de la longueur du pendule qui bat les secondes, pour faire entrer successivement une colonne de très-bon mercure de 29 pouces de longueur dans le tube, où on le fera bouillir pour le purger de son air, avec les précautions qu'on trouve détaillées dans l'ouvrage de M^r. de Luc.

On fera souffler ensuite, à 3 ou 4 pouces du bout ouvert, une poire ABCD (*fig. 2.*) d'environ deux pouces de longueur de A en C. La partie ABD sera, autant qu'il sera possible, de figure conique, et celle BCD formera une demi-sphère d'un pouce environ de diametre, à laquelle tiendra le petit bout de tuyau ouvert CF, qu'on filera au chalumeau, ensorte qu'il se terminera en tuyau capillaire, afin qu'il puisse être facilement et promptement scellé à la lampe et au chalumeau quand il en sera tems. Cela étant fait, on tiendra le tube dans une situation

presque horisontale, afin que toute la colonne de mercure qu'il contient, se tienne appliquée contre le bout qui est fermé: on chauffera la partie L, placée à un pouce et demi de distance de l'origine A de la poire, et on courbera le tube en cet endroit, où il formera un coude arrondi, en faisant ensorte que l'axe L.F de la poire fasse avec la longue branche L.M un angle d'environ 42 degrés.

On remettra ensuite le tube dans une situation presque verticale, NSe (fig.). on le tiendra à la main dans cette situation, sa courbure appuyée sur une table, et on fera ensorte que le sommet S de la colonne de mercure, qui se fixera de lui-même à 28 pouces de hauteur au-dessus d'un point e, soit avec ce point dans une ligne verticale Se. Dans cet état on attachera à chaque point S et e un fil de soie ciré, qu'on y serrera solidement. on voit un de ces fils en E (fig. 2.).

Le tube étant ainsi préparé, on mettra sur un réchaud allumé un vase d'une capacité suffisante, et d'une profondeur médiocre, comme de 6 pouces, rempli jusqu'à deux doigts du bord d'eau de pluye froide, dans laquelle on plongera le bas du tube avec sa poire, à l'exception du tuyau capillaire F, qui doit rester hors de l'eau; on placera dans le fond du vase un support, qui peut être simplement un morceau de brique, et d'une hauteur telle qu'en faisant reposer dessus le coude du tube, l'eau surmonte le haut de la poire d'environ un demi pouce. on tiendra le tube dans la même situation où il étoit lorsqu'on y a placé d'abord les deux fils cirés; ensorte que le sommet de la colonne de mercure réponde au fil S, tandis que l'eau sera encore froide. Mais quand l'eau, après s'être échauffée par degrés, bouillira à gros bouillons, la chaleur fera assez sensiblement augmenter la hauteur de la colonne eS, qu'on aura soin de marquer, en y plaçant un nouveau fil au-dessus du premier. Il faudra prendre garde que l'eau, en bouillonnant, n'atteigne pas le sommet du tuyau capillaire F, qu'on pourra garantir en le faisant passer dans un demi-couvercle de tole, percé exprès d'un petit trou, et qui reposera sur le bord du vase. Au moyen de cette précaution, le petit orifice du tuyau F restera sec, et facile à sceller au chalumeau. c'est ce qu'on fera, aussi près de la convexité de la poire qu'il sera possible, afin de donner à la pointe scellée plus de solidité.

On sent bien que, quand l'air sera ainsi enfermé dans la poire, il conservera, tant que l'eau bouillira, la même élasticité qu'il avoit lorsqu'il communiquoit avec l'air extérieur, et qu'il supportoit le poids de l'atmosphère égal à la colonne de 28 pouces de mercure. Ainsi le mercure continuera de se maintenir à cette élévation dans le tube, quoique le poids de l'atmosphère n'agisse plus sur lui. Mais, dès qu'on laissera le feu diminuer, ou qu'on l'ôtera tout-à-fait de dessous le vase dans lequel l'eau bouilloit, l'air contenu dans la poire commencera à se refroidir et à se condenser, et le mercure baissera dans le tube, en s'élevant à proportion dans la poire. Dans cet état il sembleroit que le tube seroit prêt à être fixé sur la regle HO; mais il faut encore auparavant faire une légere correction à la position du fil e.

On n'a pas oublié qu'on a placé un deuxieme fil au sommet de la colonne de mercure,

lorsque le bas de cette colonne étoit plongé dans l'eau bouillante. on sait que, quand le mer:
:cure passe de la température de la glace à celle de l'eau bouillante, son volume augmente de $\frac{1}{63}$;
mais il n'y avoit alors qu'un cinquieme environ de la colonne de mercure qui éprouvât cette
chaleur, et le reste de la colonne n'étoit pas au point de la glace: ainsi la dilatation moyenne
a pu être de $\frac{1}{6}$, de $\frac{1}{63}$; ou de $\frac{1}{378}$ de 28 pouces. ce qui revient à environ une ligne; mais cet allon:
:gement de la colonne, qui n'augmente pas sa pésanteur, s'est nécessairement partagé en
deux parties égales, ensorte qu'elle a haussé au dessus du point S, de la même quantité qu'elle
a baissé au dessous du point e. Il faudra donc placer un nouveau fil au dessous de e, à la dis=
:tance marquée par les deux fils d'enhaut; et supprimer le premier fil placé en e. Ce nouveau
fil marquera dans chaque observation la limite invariable du volume toujours égal de l'air
enfermé dans la poire. on pourra laisser subsister les deux fils d'enhaut; mais ils ne servi:
:ront à rien dans les observations. Le tube sera alors prêt à être fixé sur la regle dont je vais parler.

2°. *La Regle*. Elle aura environ quatre pieds dix pouces de longueur, savoir: quatre
pieds juste depuis l'indicateur de cuivre H, jusqu'au trou C, dans lequel doit passer l'arbre
sur lequel elle doit tourner, et qui est percé dans le centre de l'arc de 90 degrés HKG. Le reste de
sa longueur, depuis ce centre jusqu'en O, sera de 10 pouces: elle aura trois pouces de largeur et
trois lignes d'épaisseur. La partie inférieure de O en C et trois pouces en sus sera en étain+,
pour qu'on puisse sans inconvénient la plonger dans l'eau froide ou bouillante, ou dans
d'autres liquides. C'est dans cette regle que sera creusée la rainure, ou le logement qui doit
recevoir le tube et sa poire: mais il faut avoir l'attention de donner à ce logement non-seu:
:lement la forme du tube, mais aussi la direction oblique NSe qui est nécessaire pour que,
la regle étant verticale, les trois points H, S, C, et e soient dans une même ligne, droite et ver:
:ticale.

La partie de la Regle qui ne sera pas d'étain sera faite d'un bois dur et bien sec, tel que
l'Ebene; et comme cette regle est destinée à tourner sur l'arbre placé en C, et à rester à toute
sorte de degrés d'inclinaison, on pourra fixer à son extrêmité O un poids de plomb ou d'é:
:tain, qui établisse l'équilibre entre le poids des deux bras de levier CH et CO. L'indicateur
H qui termine le sommet de la regle doit être en cuivre, et se terminer en une pointe aigue,
qui indiquera les degrés marqués sur le quart de cercle. Pour obliger la regle et l'indicateur
à ne pas s'écarter du limbe où seront gravés ces degrés, on fixera avec deux vis sous l'indica:
:teur une lame mince de cuivre, qui s'engagera sous le limbe, de la même maniere qu'une
languette en menuiserie s'engage dans une rainure, avec un peu de frottement.

3°. *Le quart de cercle*. Il sera fait en bois et aura quatre pieds de rayon à compter du
centre C, jusqu'au limbe GKH, qui sera en cuivre, et divisé en 90 degrés, marqués seulement
par trois points aux dixaines, deux points aux divisions de cinq degrés, et un seul point
à chacun des autres degrés. on ne gravera en lignes que les divisions des degrés de chaleur,
quand ils auront été calculés et fixés en rapport avec les degrés du cercle par la valeur
des sinus, ainsi qu'on le verra tout-à-l'heure. Le rayon étant de quatre pieds, chaque de=
:gré de l'arc GKH aura $10^{li}, 057$ de longueur. Le quart de cercle dont l'assemblage sera fait

+ ou mieux en argent

en bonne menuiserie, sera fixé à une distance convenable d'un mur, sur un chassis solide:
:ment arrêté, ensorte que ses deux rayons ne puissent pas s'écarter, l'un de la verticale,
et l'autre de l'horizontale, et qu'on puisse avoir l'aisance nécessaire pour plonger dans dif:
:férens bains contenus dans des vases placés sur un réchaud, la partie CO de la regle, qui
dépasse la traverse horizontale GC.

(11) Tout étant ainsi préparé, on voit que, si l'on plaçoit la regle garnie de son tube dans une situation verticale, ensorte que la pointe de l'indicateur H répondit à 90 degrés, et que la boule B fut en même tems plongée dans de l'eau bouillante, la force élastique de l'air enfer:
:mé dans la boule soutiendroit la colonne de mercure Se à 28 pouces de hauteur; ensorte que le fil, placé en e, seroit la limite qui sépareroit l'air du mercure. On pourra d'ailleurs s'assurer de ce résultat, qui doit nécessairement avoir lieu, si l'on a suivi exactement le
procédé ci-dessus, en mettant en effet la poire ou boule B à la chaleur d'un bain d'eau bouil:
:lante. Dans ce cas, le mercure ne répondra, par en bas au fil e, et par en haut au plus
élevé des deux fils placés en S, que quand l'indicateur H marquera 90 degrés sur l'arc GKH. Ainsi la hauteur totale de la colonne de mercure, ou le sinus total, qui est le ray:
:on du quart de cercle, expriment la force élastique du volume constant d'air enfermé dans la poire, et uni à la somme du calorique qui a lieu à la température de l'eau bouil:
:lante. on peut donc prendre le point H, situé au 90me. degré de l'arc de cercle, pour le point de l'eau bouillante. Il faut maintenant trouver le point du même arc qui répond au point ou à la température de la glace.

(12) Pour cela on préparera un bain d'eau mêlée de glace pilée, tel que les petits morceaux de glace soient mêlés avec l'eau jusqu'au fonds du vase, et on y plongera le bas de la regle HO, ensorte que la poire soit entierement enveloppée et couverte de ce mêlange. Le froid conden:
:sera l'air enfermé dans la poire, ensorte que la colonne de mercure s'abaisseroit par de:
:grés au dessous du fil S, et s'éleveroit par degrés au-dessus du point e. Mais cette conden:
:sation de l'air sera empêchée si l'on fait tourner la regle de H vers K, et qu'on l'incline
dans ce sens à proportion que la chaleur diminuera. Quand l'air aura acquis la tempé:
:rature du bain de glace, après un tems suffisant pour cela, et quand en même tems la re=
:gle sera assez inclinée, pour que le bas de la colonne de mercure se trouve exactement répon:
:dre sous le fil e, ensorte que le volume de l'air enfermé dans la poire soit absolument le même qu'auparavant, on observera à quel degré et parties de degré répondra l'indicateur, et on tiendra note de la grandeur de l'arc GK, ou de son complément KH. C'est de l'observation précise de l'amplitude de cet arc, qui doit être comparé à l'arc de 90 degrés qui répond au point de l'eau bouillante, que dépend la graduation, ainsi que la perfection de ce thermomètre.

(13) L'arc GK étant connu, et par conséquent son sinus, on retranchera ce sinus du sinus total, et la différence HI de ces deux sinus se partagera en autant de parties qu'on voudra supposer de degrés de chaleur égaux entre la température de la glace et celle de l'eau bouil:
:lante. Il sera je crois très-convenable de diviser en 80 parties cette différence de tempéra:
:tures, afin de conserver autant qu'il est possible le rapport des degrés le plus communément

adopté à-présent. Il sera très-facile de trouver le nombre des degrés de chaleur qui répondent à la hauteur totale de la colonne de mercure, ou à la température de l'eau bouillante, en faisant la proportion HI : HC :: 80 deg : un quatrieme terme $\frac{80 HC}{HI}$, qui exprime le nombre de ces degrés. on marquera sur l'arc GKH ces mêmes degrés, qui répondent à des arcs, dont les sinus croissent en progression arithmétique, et dont la différence constante est $\frac{HI}{80}$; et quand cela sera fait également en dessous, le long de l'arc KG, jusqu'à o chaleur, dont le point sera plus bas que G, le thermomètre sera gradué. on voit assez, par tout ce que j'ai dit précedemment, que les degrés de cet instrument répondront à des augmentations égales de chaleur, et que la somme de tous ces degrés, depuis G jusqu'en H, marquera sensiblement un nombre de degrés moindre que la somme du calorique, qui commence un peu plus bas que zéro élasticité de l'air, et finit à la température de l'eau bouillante, en passant par le terme intermédiaire de la glace, dont le degré sera connu. Enfin, on fixera sur cette échelle, le point et le nombre de degrés qui répondent à la température moyenne, qui est celle des souterreins très-profonds. Et l'on aura le thermometre que j'ai nommé absolu.

(14) Si l'on vouloit vérifier les principes de la construction du Thermomètre que je propose, dans l'intention de s'assurer que la chaleur qui dilate l'air est vraiment proportionnelle, aux sinus des angles que forme la regle, ou aux hauteurs verticales de la colonne de mercure qui représentent l'élasticité de l'air (~~une fraction constante très petite que j'ai déterminée, propre à représenter la densité du calorique dans la sphère, c'est-à-dire que dans la partie de l'air est nulle~~) voici comment on pourroit s'y prendre. On préparera un nouveau tube, semblable au premier, avec sa poire, et on le chargera de mercure avec les mêmes précautions que le premier, le Barometre marquant également 28 pouces. on formera le coude en L, et on filera le bec F en tuyau capillaire. on placera les fils S et e comme ci-devant, d'abord à sec et ensuite à l'eau bouillante. Mais au lieu de sceller la pointe du bec F, quand l'air de la poire sera seulement à la température de l'eau bouillante, on fera essuyer auparavant à cet air une chaleur beaucoup plus grande. à cet effet on placera cette poire sur les charbons ardens d'un Réchaud, en tenant le tube presque horizontal, sans animer le feu par le vent d'un soufflet: et quand elle sera médiocrement rouge, (mais pas au point de trop amollir le verre, ensorte qu'il puisse plier) on scellera la pointe F. Quand la poire et le tube seront assez refroidis par degrés, on les placera dans la rainure de la regle HO.

Alors on préparera un nouveau bain d'eau bouillante, dans laquelle on mettra la poire, et l'on donnera à la Regle l'inclinaison nécessaire, pour que, à cette température le bas de la colonne de mercure réponde au fil e, et on tiendra note de l'angle NCB (f. 3) que fera la regle avec la ligne horizontale NC. On préparera un autre bain de glace fondante, et on y plongera la poire. à cette température on sera obligé d'abaisser la regle jusqu'à l'inclinaison CG, pour que le bas de la colonne de mercure réponde de nouveau au fil e, et on tiendra note de la valeur de l'angle NCG.

On aura donc ici trois hauteurs différentes de colonne de mercure, qui représente-

6

:ront l'élasticité de l'air enfermé dans la poire, sous trois différentes températures.
1°. à la température inconnue, où étoit l'air chauffé par les charbons, son élasticité, sous un volume un peu plus grand, étoit égale au poids de l'atmosphère, représenté par le si:
:nus total AC, ou à 28 pouces de mercure.
2°. à la température de l'eau bouillante, l'élasticité de l'air, sous le volume exact de la poire, étoit représentée par le sinus de l'angle NCB.
3°. à la température de la glace, l'élasticité de l'air, sous le même volume exact de la poire, étoit représentée par le sinus de l'angle NCG.
Ov je dis que, si ce deuxieme Thermomètre est comparable au premier, ou si la chaleur est sensiblement proportionnelle aux élasticités de l'air, ou aux colonnes de mercure qui les représentent, il faut qu'on ait la proportion HC : KL (fig. 1re.) :: Bb : Gg (fig. 3e.); c'est-à-dire que, quoique la densité de l'air soit différente dans les poires des deux Ther:
:momètres, il faut que l'élasticité ou la force de ressort que les deux températures égales de l'eau bouillante ou de la glace fondante, lui donnent dans la poire de chaque thermo:
:mètre, soient en même rapport; et qu'en faisant, pour le second, la même proportion que nous avons faite (13) pour le premier Bh : Bb :: 80d. : $\frac{80Bb}{Bh}$, on ait, en comparant les deux thermomètres $\frac{80HC}{HI} = \frac{80Bb}{Bh}$. Si ce résultat est confirmé par l'expérience, il paroit évident que la somme de la chaleur est sensiblement représentée dans chaque température par les si:
:nus des angles d'inclinaison de la Regle, ou par les hauteurs des colonnes verticales qui font équilibre à l'élasticité de l'air. En soumettant cette Vérification à la sagacité des Physiciens, je me tiens d'avance assuré d'un résultat satisfaisant.
(15) Si le second Thermomètre a sur le premier l'avantage que l'air contenu dans sa poire, est plus parfaitement exempt des vapeurs aqueuses, qui pouvoient y être mêlées, avant qu'on l'exposât au feu des charbons ardens, (quoiqu'il paroisse certain que la chaleur de l'eau bouillante suffise pour les chasser) le premier a sur le second l'avantage que ses dé:
:grés sont plus grands, et qu'il est plus propre, par cette raison, à servir d'Etalon pour la graduation des thermomètres portatifs au mercure ou à l'esprit de vin. Les Thermomètres étant gradués, et les degrés de chaleur numérotés comme ceux du thermomètre absolu, pourront porter le nom de Thermomètres rectifiés, dans lesquels la différence des deux températures de la glace et de l'eau bouillante sera partagée en 80 degrés.
(16) L'expérience seule peut nous apprendre quels sont les nombres qui représentent la somme de la chaleur, qui donne à l'air son élasticité, à la glace et à l'eau bouillante, dans la supposition que la différence de ces deux températures soit partagée en 80 parties égales. Si l'angle GCK se trouvoit être de 41° 48', dont le sinus est égal au tiers du sinus total ou du Rayon, l'expression $\frac{80HC}{HI}$ deviendroit égale à $\frac{80 \times 3}{1} = 240$; et ce nombre représenteroit sensiblement la tem:
:pérature de l'eau bouillante, comme 160 représenteroit celle de la glace fondante. Mais si l'expérience donnoit l'angle GCK un peu plus grand, et égal, par exemple à 45 degrés, dont le sinus vaut 7071 quand le sinus total est 10000; HI seroit alors égal à 2929, et conséquemment $\frac{80HC}{HI}$ vaudroit $\frac{80 \times 10000}{2829} = 276,92$ au lieu de 240. Et la température

de la glace $\frac{80HC}{HI}$ – 80 seroit 196,92. au lieu de 160. La fixation de l'angle GCK est donc aussi délicate qu'elle est importante, puisque trois degrés et douze minutes de plus, augmentent de plus de quarante-deux unités les nombres qui représentent les deux températures.

Mon opinion est que, quand le Thermometre dont je parle est construit sous une pression de l'atmosphere representée par 28 pouces de hauteur de mercure, le rapport des sinus des angles donnés par la regle mobile, aux deux termes de l'eau bouillante et de la glace fondante est à très peu de chose près celui de 278 a 198, quelle que soit d'ailleurs la densité de l'air enfermé dans la poire. mais il est nécessaire que ce résultat soit constaté par des experiences Directes, et revetues d'un caractere d'autenticité, afin qu'il ne reste à son égard aucun doute fondé.

A. nord-libre (Condé) le 28 Vendemiaire an XI.me

Dubuat,

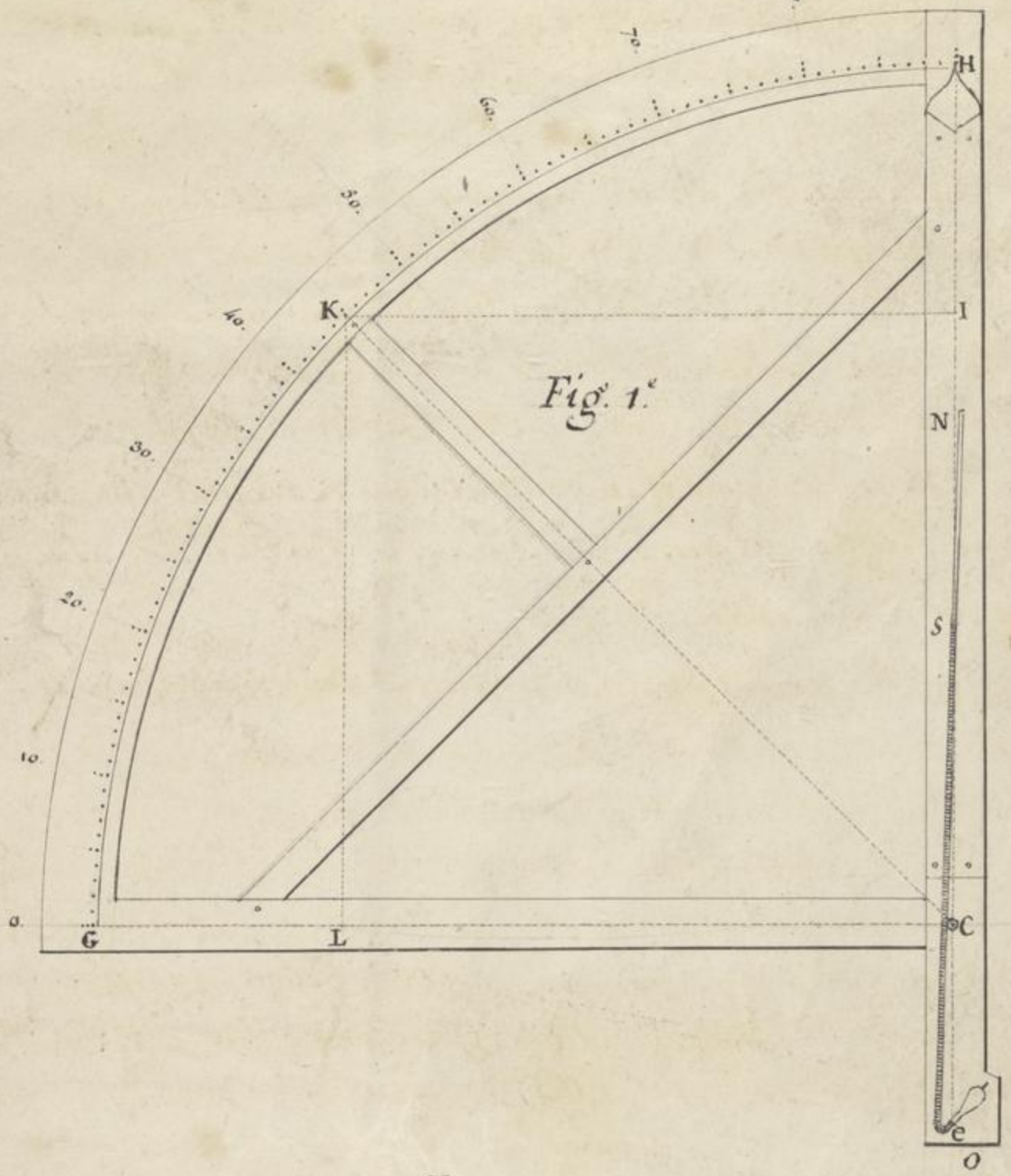

Fig. 1.e

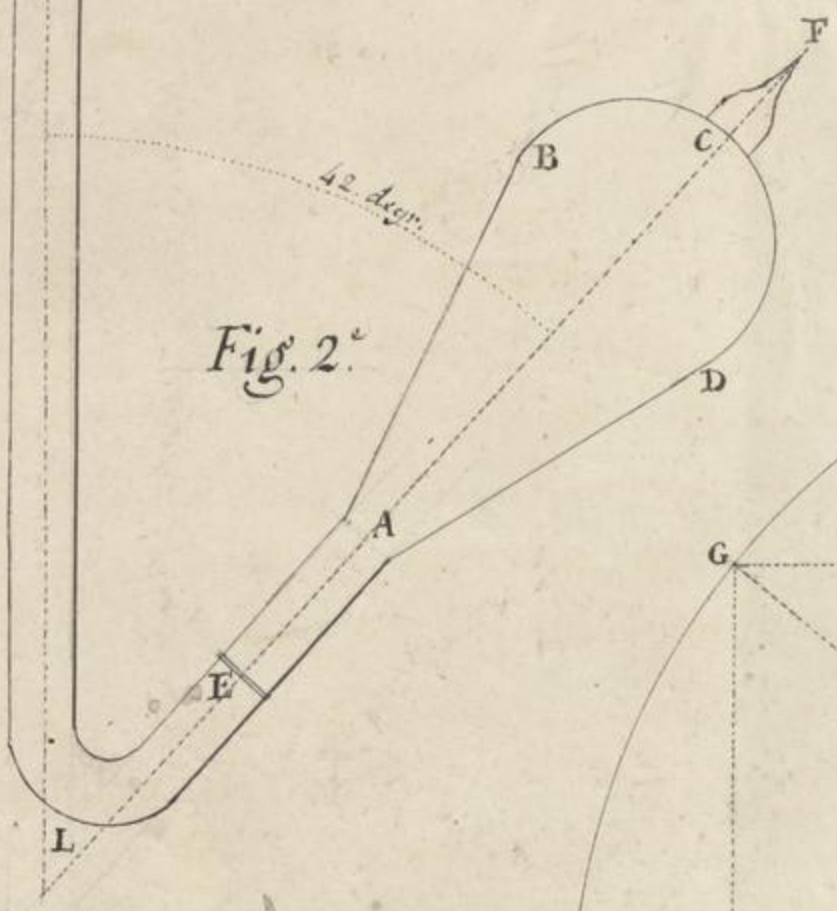

Fig. 2.e

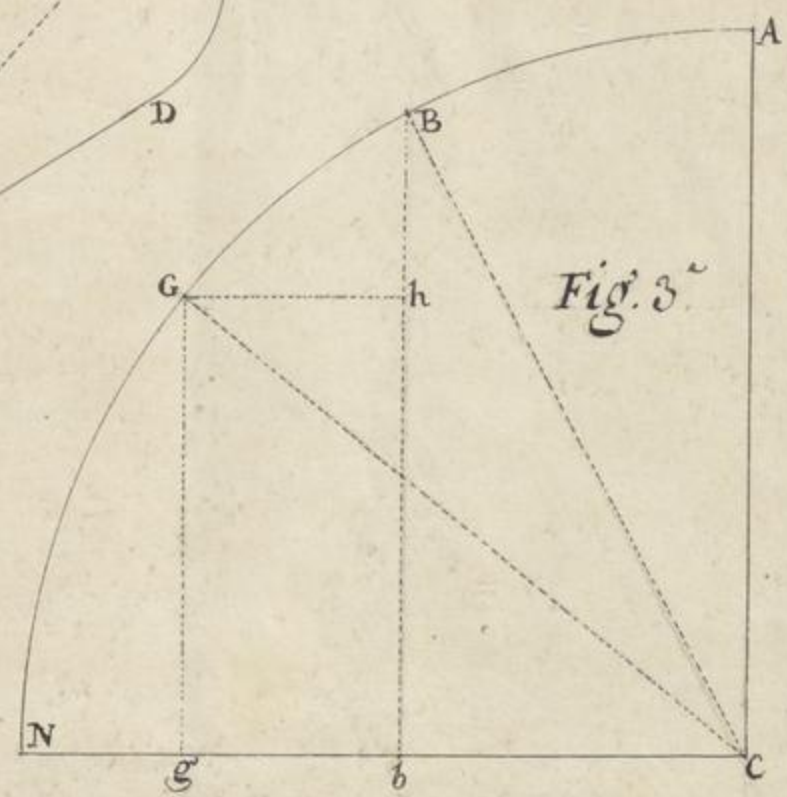

Fig. 3.e

I 87[2] T 87 [2]

Notte pour Monsieur Delambre secrétaire perpétuel de la 1re classe de l'Institut concernant un Mémoire de Mr. Du Buat sur un projet de Thermomètre absolu.

Nous n'avons pas cru devoir faire à la classe un rapport sur ce mémoire parceque il n'eût pas été favorable à son auteur.

La seule idée particulière qu'il y ait dans ce mémoire c'est de graduer son thermomètre par les rapports des sinus des angles d'inclinaison, en en contenant toujours le volume d'air constant et faisant varier les hauteurs perpendiculaires de la colonne de mercure &c

Mais l'auteur n'a pas fait attention à toutes les erreurs qui peuvent résulter de ces déterminations. Le frottement et la cohésion du mercure sur les différens plans inclinés du tube, en raison de sa

fluidité variable par les températures &c ne laissent pas espérer que cette graduation par les points donne des resultats plus rigides que ceux qu'on obtient dans le même instrument par les moyens ordinaires.

il y a apparence que M^r. Du Buat ne sait pas que ce Thermometre à air tel qu'il l'indique est exécuté depuis 20. ans. J'en ai un dans mon Cabinet fait avec le plus grand soin. Le reservoir d'air en est cilindrique et a été bien calibré. Son échelle est (à la maniere ordinaire alors) en 80. dégrés. mais comme le niveau de la colonne d'air est variable par les températures, il y a à coté de l'échelle vulgaire une seconde échelle de corrections &c.

La difficulté de faire ces thermometres et plus encore celle d'en faire usage pour les immersions dans des températures trop hautes ou trop basses &c sera toujours un obstacle à leur emploi.

M^r. Dubuat après avoir donné l'exclusion au thermomètre même de mercure pour la détermination des hautes et basses températures ne s'apperçoit pas que son prétendu thermomètre absolu a aperçu les mêmes inconvéniens que celui à mercure. car enfin celui à air ne fait sa fonction élastique qu'en se mettant en equilibre avec des colonnes de mercure correlatives : mais dans les températures voisines de la congelation du mercure, que deviendra la pression hydrostatique lorsqu'il commencera à perdre sa fluidité ? &c &c.

Le second Thermomètre que propose M^r. Dubuat pour verifier ses conjectures aura bien une autre source d'erreur. La poire de verre ou reservoir d'air échauffé jusqu'au rouge presque voisin de ramollissement, aura une dilatation forcée et inconnue, qui jettera de l'incertitude sur le vrai volume de l'air contenu &c &c.

On connoit Le Barometre incliné du Sr. De
Moreland. plus sensible par sa longueur, il est en
même tems plus irregulier que Le Barometre
perpendiculaire à cause des frottemens &c.
il y aura Les mêmes erreurs à craindre dans
La graduation par Les lignes d'inclinaison. en
supposant que de L'eau bouillante à La glace
L'air se dilate d'environ $\frac{1}{3}$ et que Les angles soient
go et 42. alors un tiers de La colonne de mercure
repose sur Les parois du verre et y subit une
cohesion inconnue; et pour établir dans le reservoir
d'air un volume constant, il faudra sans doute
une fausse inclinaison pour vaincre La cohesion
et L'inertie du mercure. &c

Monsieur Delambre verra plusieurs autres
erreurs en lisant ce mémoire: mais en voila
assés je pense sur cet objet pour engager M.
Du Buat à retirer son mémoire./.